

# 内 容 要 旨 目 次

## 主 論 文

An evaluation of anesthetic fade in motor evoked potential monitoring in spinal deformity surgeries

(脊柱変形手術時の運動誘発電位モニタリングにおける anesthetic fade 現象の検討)

宇川 諒、瀧川朋亨、下宮広子、大西巧真、黒川友里、小田孔明、塩崎泰之、三澤治夫、  
田中雅人、尾崎敏文

Journal of Orthopaedic Surgery and Research 13: 227 (1-6), 2018

平成 29 年 10 月 第 32 回日本整形外科学会基礎学術総会で発表

平成 30 年 5 月 第 91 回日本整形外科学会学術総会で発表

平成 30 年 7-8 月 2018 Spine Across the Sea で発表

# 主 論 文

## An evaluation of anesthetic fade in motor evoked potential monitoring in spinal deformity surgeries

(脊柱変形手術時の運動誘発電位モニタリングにおける anesthetic fade 現象の検討)

### 【緒言】

運動誘発電位 (motor evoked potentials、MEP) による術中脊髄機能モニタリングは脊椎手術中の医原性の脊髄損傷を予防する目的で広く行われているが、偽陽性も多く、その一因として全身麻酔に使用するプロポフォール蓄積により刺激閾値が上昇し、波形の振幅が低下する anesthetic fade 現象が報告されている。脊椎手術の中でも、とりわけ脊柱変形手術においては手術が長時間に及ぶことが多く、anesthetic fade 現象の影響が強いと考えられる。また、脊柱変形手術中に最も脊髄損傷のリスクが高いとされる矯正手技は手術の終盤に行う事が多いため、もしその時点で波形低下が発生した場合、それが手術手技によるものか、anesthetic fade 現象によるものか術者は判断を要することになる。脊椎手術において、anesthetic fade 現象による波形の経時的変化についての報告はない。本研究では、脊柱変形手術時の振幅の経時的な変化を調査し、anesthetic fade 現象の影響について検討した。

### 【対象と方法】

#### 対象

2013 年から 2016 年までに当院において、脊柱変形に対する固定術中に、プロポフォールを用いた全静脈麻酔下で MEP モニタリングを施行した 159 例のうち、術前から存在する神経障害により術中に十分な波形の得られなかった 8 例と術後に新規の神経障害がみられた症例（真陽性であった症例）9 例を除外した 142 例を対象とした。平均年齢 28 歳（5～81 歳）、男性 31 例、女性 111 例であった。脊柱変形の疾患の内訳は、特発性側弯症 66 例、成人脊柱変形 28 例、神経筋原性側弯 19 例、症候性側弯 17 例、先天性側弯 12 例であった。

#### 方法

手術記録、麻酔記録、MEP 波形記録を後ろ向きに調査し、麻酔時間（プロポフォール投与時間）と、波形の経時的な変化の関連について調査した。MEP モニタリングは被験筋として三角筋、小指外転筋（abductor digiti minimi、ADM）、大腿四頭筋、前脛骨筋、母趾外転筋（abductor hallucis、AH）を用いていたが、今回の検討では ADM と AH を用いた。筋弛緩剤の影響が消失し十分な波形が得られた時点を振幅 100% のベースラインとし、プロポフォール投与開始後 1 時間、2 時間、3 時間、4 時間、5 時間、6 時間の時点での波形を調査した。また、プロポフォール投与開始から手術開始までの時間も調査し、手術開始から波形低下までの時間を調査した。

#### 統計解析

Wilcoxon signed-rank test を用いて、プロポフォール投与開始後の波形の経時的な変化を比較検討した。

## 【結果】

平均手術時間は 282.1 分(162～480 分)であった。ベースラインの波形はプロポフォール投与開始後(麻酔開始後)113 分(45～182 分)の時点で得られていた。ADM はプロポフォール投与開始後 1 時間で 52%、2 時間で 102%、3 時間で 105%、4 時間で 101%、5 時間で 86%、6 時間で 81%であった。2 時間の時点と比較し(前述の、ベースライン波形が得られた時間である 113 分と最も近似した時点)、5 時間の時点で 16%有意に低下( $p<0.0005$ )、6 時間の時点で 21%有意に低下していた( $p<0.05$ )。AH はプロポフォール投与開始後 1 時間で 49%、2 時間で 102%、3 時間で 103%、4 時間で 92%、5 時間で 71%、6 時間で 63%であった。2 時間の時点と比較し、4 時間の時点で 10%有意に低下( $p<0.005$ )、5 時間の時点で 31%有意に低下( $p<0.0000005$ )、6 時間の時点で 39%有意に低下していた( $p<0.05$ )。プロポフォール投与開始から手術開始までの時間は 55 分(0～89 分)であり、プロポフォール投与開始後 4 時間の時点から波形低下が有意に生じていたことから、手術開始から 3 時間の時点で波形低下が生じていた。

## 【考察】

本研究では、脊柱変形手術時の MEP モニタリングの振幅の経時的な変化を調査し、anesthetic fade 現象の影響について検討した。我々の検討では十分な波形が得られるまで麻酔開始後 113 分を要していたが、挿管時の吸入麻酔、プロポフォール、筋弛緩剤などの麻酔薬の使用の影響が考えられた。

本研究で、プロポフォール投与開始から手術開始までの時間は 55 分であり、手術開始から 3 時間の時点で波形低下が生じていたことから、安定した波形の下で手術を施行できていた時間は 2 時間のみ(手術開始後 1 時間から 3 時間の間)と考えられた。脊柱変形手術を要する疾患の中で最も頻度の高い思春期特発性側弯症の手術時間は、熟練した術者で 180.2 分、経験の浅い術者で 221.9 分との報告がある。このことから、脊柱変形手術の終盤においては安静した波形が得られていない可能性が考えられた。今回の検討では平均手術時間は 282.1 分であったが、症候性側弯や、骨切り術を要する高度の変形症例等も含まれていたため手術時間が長い傾向があったと考えられ、そのような長時間に及ぶ症例においては anesthetic fade 現象の MEP モニタリングに対する影響はより大きくなると考えられる。

MEP モニタリングのアラームポイントについては、ベースラインから 50%の波形低下とするのが望ましいとする報告や、80%の低下とするのが望ましいとの報告等があり、また日本脊椎脊髄病学会術中脊髄モニタリングワーキンググループは、多施設研究により 70%の波形低下をアラームポイントとすることを推奨している。これらのアラームポイントの問題点として、anesthetic fade 現象が考慮されていない点が挙げられる。MEP モニタリングにおいて偽陽性を起こしうる他の原因として、術中の持続的な低体温や低血圧が挙げられるが、今回の検討ではそのような症例は含んでおらず、それにも関わらず下肢波形はプロポフォール投与開始後 4 時間で有意に低下し、5 時間でより著明に低下していた。長時間に及ぶ脊椎手術においては anesthetic fade 現象は MEP モニタリングにおいて偽陽性を引き起こしうると考えられる。

本研究の limitation としては、後ろ向き研究であること、また対象に様々な種類の脊柱変形患者を含んでいることである。そのため、対象に神経筋原性側弯の患者も含まれており、術前の軽度の神経障害が本研究の結果に影響した可能性はある。また、本研究では術後に新規の神経症状がみられなかった症例を全て対象に含んでいるが、症状が出ないほどの潜在的な脊髄損傷を術中に生じた患者も対象に含まれている可能性があり、結果に影響した可能性はあると考えられる。

## 【結論】

プロポフォール投与下での MEP モニタリングにおいて、上肢は投与開始後 5 時間と 6 時間、下肢は 4 時間、5 時間、6 時間の時点で有意な波形低下を認めた。長時間に及ぶ脊椎手術時の MEP モニタリングにおいて、anesthetic fade 現象は偽陽性の原因となりうる。